

## 무기체계 신뢰도 향상방안 연구

최 석 철 · 손 문 국

국방대학교 무기체계학과

### A Study on the Improvement for RAM for Weapon Systems

Seok Cheol Choi · Mun Kuk Son

Department of weapon system, Korean National Defence University

#### Abstract

The performance of weapon system, based on the acceleration of advanced scientific technology, has been reinforced to the state of precision, complex and multi-function. People have given great interest for a long time on its development, acquisition cost and enormous expense of operation/support. Under this environmental situation, this research paper proposes two kinds of implementation that can improve the RAM(Reliability, Availability, Maintainability) on weapon system. The first section is to understand all of the actual states on its reliability, in the acquisition process and to make the improvement for RAM at the milestones on the acquisition steps. The next section is to establish a defense RAM center, which will be closely cooperated with acquisition organization such as Ministry of Defense, DAPA(Defense Acquisition Program Administration), DTaQ(Defense agency for Technology and Quality) and ADD(Agency for Defense Development), etc. and to conclusively improve the RAM of weapon system in South Korea.

#### 1. 서 론

21세기에 들어서 현대 무기체계의 설계 및 운용환경은 첨단 과학기술의 가속화를 바탕으로 새로운 무기체계들의 성능은 정밀화, 복잡화, 다기능화 추세로 발전되고 있으며, 장기간에 걸친 연구개발과 막대한 비용이 투자됨으로써 무기체계의 개발 및 획득비용 뿐만 아니라 운영유지비용에도 많은 관심이 집중되고 있다. 즉, 무기체계의 수명주기비용을 절감시키고

군 전투준비태세를 향상시키기 위해서는 무기체계의 지원성 및 운용성과 밀접한 무기체계의 신뢰도에 대한 관심과 연구를 필요로 한다. 신뢰도가 높은 무기체계의 획득/운용은 경제적인 군 운용과 소요군의 안전성을 보장하는 측면에서 매우 중요한 요소이다. 무기체계의 신뢰도는 전장에서 아군의 피해를 최소화하고 적군의 피해를 최대화할 수 있다. 이에 따라 높은 신뢰도가 보장된 무기체계를 획득하고 운용하는 것이 필수적이다. 이와 같은 이유로 무기체계의 품질 신뢰도는 지원성 및 운용성에 있어서 중요한 평가요소이며, 개발자에게는 무기체계 기술 수준에 대한 중요한 척도가 되고, 무기체계를 운용하는 소요군에게는 전투준비태세 측정의 척도(만족도의 척도)가 됨으로써 무기체계 설계 및 운용의 기본정책을 수립하는데 기초가 되고 있다. 그러나 무기체계의 신뢰도는 '시간적 품질'으로써 가시적인 효과가 두드러지지 않기 때문에 국방획득관리과정에서 잘 관리되지 못하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 무기체계 신뢰도에 대한 일반적인 이론을 이해하고, 국내 무기체계 전 획득과정에서의 신뢰도 업무의 전반적인 실태를 파악하여 획득단계의 주요시점별로 무기체계 신뢰도 향상방안과 전 획득과정에서 획득관련기관(예를 들면, 국방부, 방위사업청, 국방기술품질원, 국방과학연구소 등)들의 업무협조를 더욱 발전시켜 무기체계의 신뢰도를 향상 시킬 수 있는 방안으로써 가칭 '국방신뢰성 센터'를 구축 방안을 제시하고자 한다.

## 2. 무기체계 신뢰도 개요

### 2.1 무기체계와 신뢰도

무기체계와 신뢰도는 아주 밀접한 관계를 가지고 있다. 신뢰도에 대한 연구는 제2차 세계 대전 중 통신기와 레이더(Radar) 등 전자기기의 고장으로 군 작전임무 수행에 지장을 받게 되자, 미국에서 해당 무기체계에 대하여 신뢰도에 대한 연구를 시작하였고, 그 후 신뢰도에 대해서 세계 도처에서 활발하게 연구되어 왔다. 국내에서는 1980년대 전차개발 시에 처음으로 신뢰도 개념을 도입하였고, 이 후 지속적인 발전을 하고 있는 추세이다.

전장에서 아군의 피해를 최소화하고, 적군에게는 타격을 최대화시켜 승리하기 위해서는 무엇보다도 고도의 신뢰도가 보장된 무기체계를 획득하고 운용하는 것이 필수적이다. 최근 개발되는 무기체계는 장기간에 걸친 연구개발과 막대한 비용의 투자로 개발되고 있다. 그러나 과학기술의 발달로 무기체계는 정밀화, 복잡화, 다기능화 추세로 발전되어 가면서, 고장의 가능성이 증가될 수 있으며, 이는 곧 비용의 손실로 이어질 수 있다. 따라서 군에서 사용되는 무기체계 획득 시에는 소요요청 단계에서부터 운영유지 및 폐기단계에 이르기까지 모든 개발여건을 고려하여 고도의 신뢰도를 가진 무기체계를 획득해야 한다.

### 2.2 신뢰도

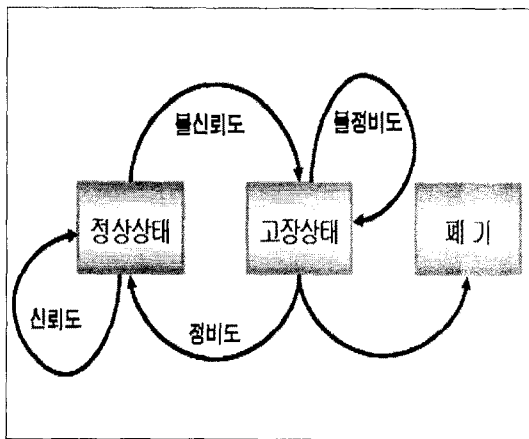
신뢰도는 “부품 혹은 체계가 주어진 조건하에서 특정한 기간 동안 의도된 기능을 수행할

확률”을 의미한다.)<sup>1)</sup> 그리고 신뢰성이라는 개념은 추상적으로써, “무기체계, 장비 또는 부품 등에 대해서 정해진 기능을 발휘하기 위한 시간적 안전성을 나타내는 정도 또는 성질”이라 정의된다. 신뢰도와 신뢰성과의 차이는 신뢰도는 확률을, 신뢰성은 성질을 의미한다. <그림1>에서와 같이 무기체계나 장비, 부품 등이 가능한 정상상태를 유지하고, 정상상태에서 고장상태로 전환되지 않도록, 정상상태를 유지할 확률을 신뢰도(Reliability)라 하고 정상상태에서 고장상태로 전환될 확률을 불신뢰도(Unreliability)라 한다.

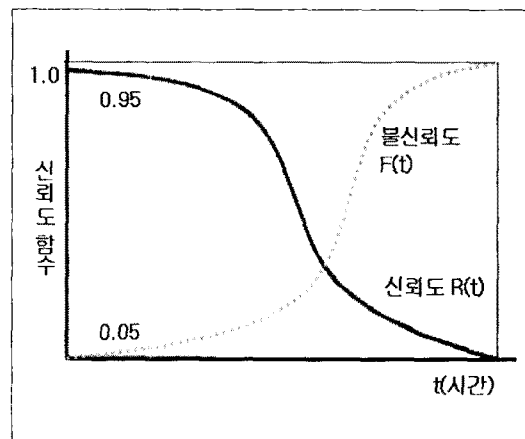
신뢰도 함수(R(t))는 무기체계나 장비가 정해진 시간에 고장 없이 정해진 기능을 발휘할 확률로써 정의된다. 무기체계의 신뢰도를 다르게 표현하면, 시간 t=0에서 R(t)=1.0 로 시작하여, 시간의 흐름에 따라 무기체계의 고장발생건수가 증가함에 따라 잔존수가 감소하여 신뢰도 R(t)=0.0으로 향해서 하강하는 곡선이 된다. 한편 t시간까지 전체의 몇 %가 고장이 발생하였는가를 나타내는 불신뢰도 F(t)는 1-R(t)관계가 있으므로 다음과 같은 식으로 표현이 가능하다.

$$R(t) + F(t) = 1.00 \tag{1.1}$$

신뢰도 함수는 <그림 2>와 같이 고장의 발생이 잦아짐으로 신뢰도 R(t)가 감소하는 반면 불신뢰도 F(t)는 증가한다. 이 그림은 신뢰도와 불신뢰도간의 상보성을 나타내고 있다.



<그림 1> 정상상태와 고장상태



<그림 2> 신뢰도 함수

또한 무기체계의 신뢰도 척도는 고장간 평균시간(MTBF: Mean Time Between Failure), 고장간 평균발수(MRBF: Mean Round Between Failure), 고장간 평균거리(MKBF: Mean Kilometer Between Failure) 등으로 나타낼 수 있다. 무기체계에 대한 높은 신뢰도를 유지하기 위해서는 많은 시간과 비용이 소요된다. 신뢰도가 높은 무기체계를 개발하기 위해서는 초기 투자비용이 높아질 것이고, 동시에 제품의 신뢰도가 높을수록 예방정비 비용을 포함한 운영유지비용이 낮아질 것이다. 따라서 신뢰도와 수명주기비용의 관점에서 비용 대 효과를 고려한 경제적인 계획과 설계가 필요하다.

1) 최석철, 무기체계 신뢰성 개념, 국방대학교, 2000, p. 11.

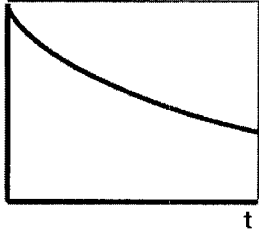
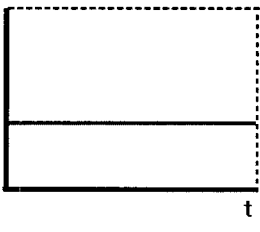
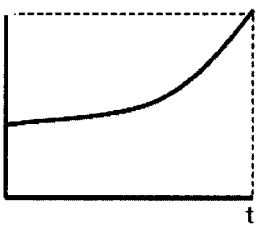
### 2.3 고장률(Failure Rate)

무기체계의 품질관리(Quality Control)에서 사용되는 불량률  $\rho$ 와 신뢰성 이론에서는 이에 대응하여 순간고장률  $\lambda$ 을 사용한다. 불량률  $\rho$ 와 순간고장률  $\lambda$ 의 차이점은 시간에 있다. 순간고장률은 1/시간이라는 차원을 가지며, 불량률은 무차원이다. 즉, 순간고장률(Failure Rate)은 어떤 시점에서 동작해온 무기체계, 장비, 부품 등이 계속되는 단위기간 중에 고장을 일으킬 확률을 의미한다. 신뢰도와 고장률의 관계는 식(1.2)로 표현할 수 있다.

$$R(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt} \tag{1.2}$$

순간고장률은 시간의 함수로 크게 감소고장률(DFR: Decreasing Failure Fate), 일정고장률(CFR: Contant Failure Rate), 증가고장률(IFR: Increasing Failure Rate)로 구분할 수 있고, 각 고장률의 특징은 <표 1>과 같다.

<표 1> 고장률의 특징 및 유형

구 분	감소 고장률	일정 고장률	증가 고장률
유 형			
특 징	초기고장	우발고장	마모고장
분 포	Weibull 분포	Exponential 분포	Normal 분포

각 순간고장률의 형태에 따라서 고장시간 확률밀도함수  $f(t)$ , 무기체계나 장비의 신뢰도  $R(t)$ 는 다른 패턴을 나타낸다. 감소고장률(DFR)은 처음에는 순간고장률이 높고 시간이 갈수록 순간고장률이 감소하여 높은 신뢰도를 갖는 것만 남는 유형이다. 즉 초기에는 고장이 발생하기 쉬운 결함을 가진 것이 고장을 일으키지만, 시간이 갈수록 고장 발생이 감소하여 나머지까지 작동되는 것일수록 순간고장률이 줄어드는 유형으로써, 와이블 분포<sup>2)</sup>를 따른다.

일정고장률(CFR)은 순간고장률이 일정한 경우로, 우발적으로 고장이 발생하며 지수분포를

2) 와이블분포(Weibull distribution): 신뢰도 계산에서 널리 쓰이는 분포로 모수를 적절히 선택하여 다양한 형태의 고장률을 모형화 할 수 있다. 마모(Wear-out)와 역마모(Wear-in), 상수고장률을 모두 묘사할 수 있는

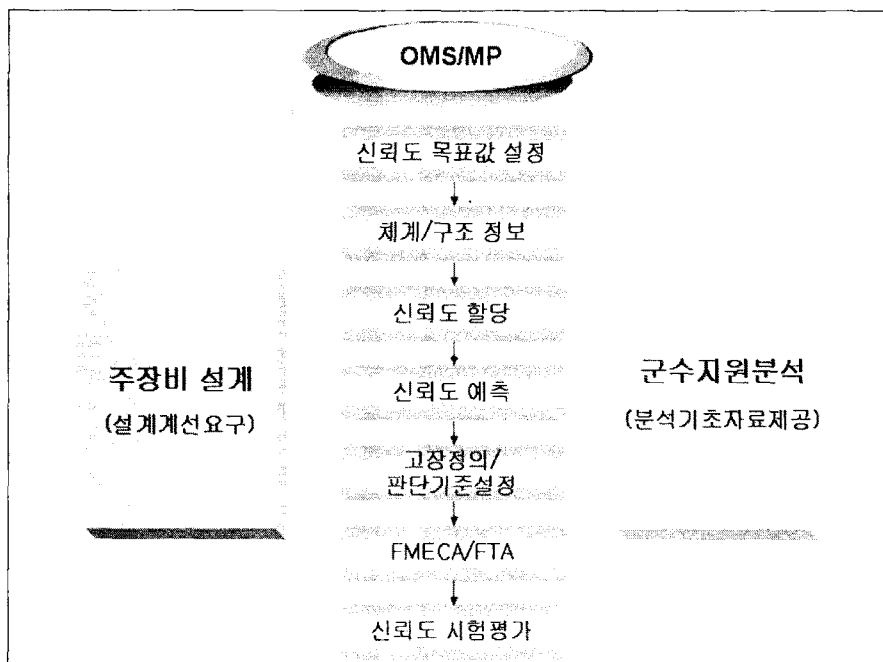
분포이다. 누적분포함수  $F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta}$  로 표현할 수 있고, 여기서  $\beta$ 는 형상모수(Shape Parameter)이고,  $\eta$ 는 특성수명(Characteristic Life)을 나타낸다.

따른다. 증가고장률(IFR)은 시간이 흐름에 따라 점차로 순간고장률이 상승하는 형태이며 시스템을 구성하고 있는 부품 등의 마모현상에서 그 예를 찾아볼 수 있는데, 마모나 노화에 의하여 어떤 시점에서 집중적으로 고장이 발생하는 특징을 가지며, 품질관리에서 잘 알려진 정규분포를 따른다. 이 경우, 고장이 집중적으로 일어나기 직전에 교환을 하면 고장을 사전에 예방할 수 있으므로 고장을 사전에 방지할 수 있는 특징이 있다. 체계의 전체 수명주기를 고려할 때 전반적인 순간고장률과 시간과의 함수 곡선의 형태가 서양의 육조형태와 유사하여 ‘육조곡선’이라 부른다.

## 2.4 무기체계 신뢰도 업무

### 2.4.1 연구개발 단계 신뢰도 업무

무기체계 획득 단계에서 신뢰도 업무는 소요결정 이후 연구개발 단계를 거쳐 운영유지 및 폐기단계까지 전 수명주기에 걸쳐 이루어지는 업무로써 연구개발단계에서 이루어지는 신뢰도 업무는 <그림 3>과 같은 순서로 진행된다. 소요요청 단계에서 무기체계의 운용개념과 운용환경을 고려하여 OMS/MP<sup>3)</sup> 작성하면, 연구개발단계에서는 이를 기본으로 탐색개발단계에서 개발하고자 하는 무기체계의 신뢰도 목표값을 설정한다.



<그림 3> 연구개발 단계 신뢰도 업무절차

3) OMS/MP(Operational Mode Summary/Mission Profile: 운용형태종합 및 임무유형): 어떤 무기체계가 미래 전장환경에서 전·평시 어떻게 사용되어질 것인가를 무기체계의 필수임무기능에 대하여 체계적이고 정량적으로 표시하는 방법이며, 요구 임무기능을 평가하는 기준이 되는 무기체계 개발에 있어서 가장 핵심이 되는 부분이다.

이후 체계/구조정보를 이용하여 하부체계에 전체체계의 신뢰도를 배분 즉, 신뢰도를 할당하게 된다. 그리고 체계개발에서 설계 자료를 토대로 부품에서 체계까지의 신뢰도 분석프로그램을 활용하여 각각의 신뢰도를 예측하고, 고장정의 및 판단기준을 설정한 후 고장에 영향을 주는 품목을 식별, 분석한 후, 고장정의/영향 및 치명도 분석(FMECA: Failure Mode, Effect & Criticality Analysis), 고장계통분석(FTA: Failure Tree Analysis)을 거쳐 시험평가(개발시험평가, 운용시험평가 및 수락시험 등)를 통하여 무기체계의 신뢰도를 평가한다.

## 2.4.2 신뢰도 예측

신뢰도 예측이란 개발하는 무기체계의 설계가 진행됨에 따라서 신뢰도 할당값의 만족여부를 예측하기 위하여 개발자의 설계자료를 바탕으로 부품으로부터 최상위레벨(부품→조립체→구성품→체계)인 체계까지 신뢰도 분석 프로그램 등을 이용하여 각각의 신뢰도를 계산하는 과정이다. 그리고 신뢰도 할당이란 신뢰도 예측과는 달리 체계의 신뢰도 목표값을 달성하기 위해 최상위레벨에서 하위레벨(체계→부품)로 목표값을 설정하는 것이다. 과학기술의 발달로 무기체계가 점점 복잡해지고, 부품수가 많아지면서 신뢰도 분석을 위한 많은 소프트웨어가 개발 운용 중에 있으며, 신뢰도 분석용 도구 중의 하나로써 'Relex'<sup>4)</sup>가 널리 사용된다.

<표 2> 신뢰도 분석 도구

구 분	적용분야	특 징
RPP (Reliability Prediction Program)	군사용장비	• 신뢰도 분석규격 중 "MIL-HDBK-217F"를 적용하여 분석할 수 있는 프로그램.
Reliability Workbench 8	군사용장비/ 상용장비	• Isograph사에서 개발한 통합 신뢰성 분석을 위한 프로그램으로 "MIL-HDBK-217F", "Bellcore Issue 6", "NSWC-98"을 적용.
Relax	군사용장비/ 상용장비	• 신뢰도 분석규격 중 "MIL-HDBK-217F"와 "Bellcore Issue 4,5,6"의 두 가지 규격을 모두 적용하여 분석할 수 있는 프로그램.
MRP (Mechanical Reliability Prediction)	군사용장비	• 기구 및 기계류 부품의 고장률을 예측하기 위하여 개발된 프로그램으로 신뢰도 분석 규격 중 "NSWC-98/LEI"을 적용.

신뢰도 예측을 하는 방법은 무기체계 및 장비 유형이나 설계에 따라 상이하다. 신뢰도 분석을 위한 관련규격은 일반적으로 전자부품에 대해서는 MIL-HDBK-217, Bellcore 및 PRISM 등이 사용되고 있으며, 기계류에 대해서는 NPRD-95가 사용되고 있다.

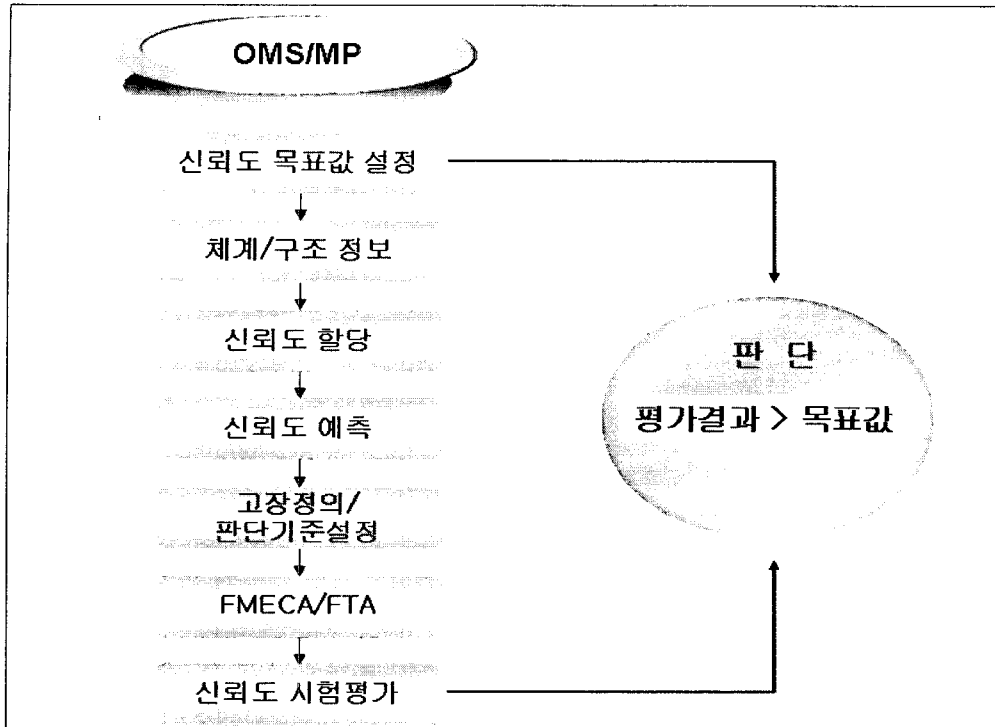
4) Relax (Reliability Excellence): 신뢰성 분석 소프트웨어로써 1980년대 중반 미 공군 산하 Rome 연구소 신뢰성 분석센터 연구원들에 의해 개발되어 전 세계 신뢰성 분석 소프트웨어 시장의 80%를 점유하고 있는 전문 분석 프로그램이다

&lt;표 3&gt; 신뢰도 분석 관련규격

구 분	제정기관	특 징
MIL-HDBK-217	미 국방부(DoD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>전기/전자 부품, 통신장비에 대한 자료 수록</li> <li>신뢰도 분석에 가장 많이 사용.</li> </ul>
Bellcore	미 Bell 연구소	<ul style="list-style-type: none"> <li>초기-정상상태 신뢰도 예측자료 수록.</li> <li>운용단계 고장률 예측에 적합.</li> <li>예측방법 Method-I, II, III.</li> </ul>
PRISM	미 신뢰성 분석센터 (RAC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>전 기간(초기-정상-마모기)예측 자료 수록.</li> <li>기계류 부품과 전자부품의 호환성.</li> </ul>
NPRD-95	미 신뢰성 분석센터 (RAC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>25,000여개의 기계 및 전자기계 부품 정보 수록.</li> <li>비전자 제품에 대한 고장률 산출.</li> </ul>
NSWC-98/LE1	NSWC (해군 해상무기센터)	<ul style="list-style-type: none"> <li>기구 및 기계류 부품의 고장률 예측.</li> </ul>

### 2.4.3 신뢰도 시험평가

신뢰도 시험평가는 무기체계 획득시 개발 및 운용시험평가를 통하여 성능, 일정 및 비용의 최적화로 국방예산을 효율적으로 사용하고, 무기체계의 수명주기간 효과분석 및 운용적합성 측면에서 매우 중요한 역할을 하는 활동이다. 간단히 말해서 신뢰도 시험평가는 신뢰도 시험결과를 분석, 판단하여 설정된 신뢰도 목표값과 일치여부를 확인하는 과정이다. 신뢰도 시험평가는 <그림 2>와 같이 OMS/MP를 반영하여 설정된 신뢰도 목표값과 비교하여 시험평가를 통한 결과값이 설정된 목표값보다 크면 사업을 계속 진행하고, 만일 작다면 설계 변경 및 목표값 수정의 단계를 거쳐야 한다. 현재 국방획득단계에서는 소요군이 작전운용성능을 제기하면, 국방과학연구소(이후 국과연)가 군의 작전운용성능에 부합된 무기체계를 설계 및 개발하여, 개발시험평가(DT) 단계를 거쳐 개발 중인 무기체계의 신뢰도를 평가를 하고, 무기체계 소요를 요청한 소요군에서 개발이 완료된 무기체계에 대하여 소요군 주도 운용 시험평가를 하여 평가결과가 목표값 이상이 되면 전투용적합 판정을 내린다. 이후 국방기술 품질원 주관으로 개발 완료된 무기체계가 양산이 가능한 지를 본격적인 양산에 들어가기 전 최초생산을 가지고 양산수락시험을 진행시켜 무기체계의 규격의 기준을 만족시키면 그 무기체계에 대해서 신뢰를 하여 후속 양산을 진행시키고, 양산 후 군에 납품하기 전에 양산수락시험을 통해 장비의 신뢰도를 확인한다. 이처럼 소요군의 요청으로 개발되는 무기 체계는 앞서 설명한 것과 같이 여러 단계의 신뢰도 시험평가 과정을 거쳐 최초의 신뢰도 목표값을 충족시킬 수 있는 평가결과가 있어야 군이 안심하고 무기체계를 사용할 수 있다.



<그림 4> 무기체계 신뢰도 시험평가

## 2.5 RAM 설계반영

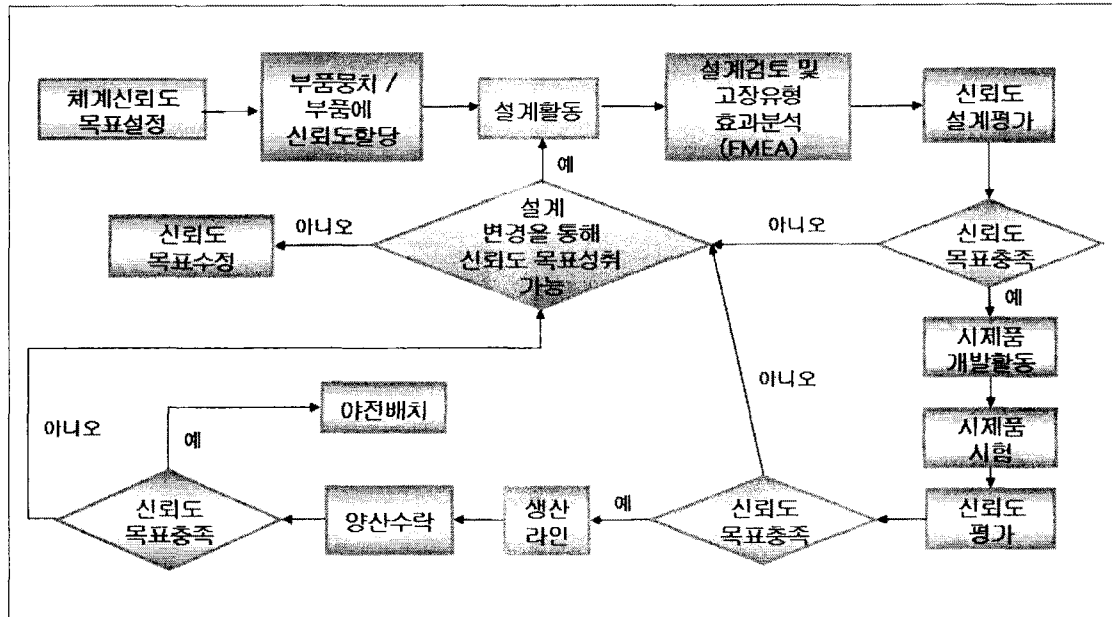
무기체계의 RAM 분석은 신뢰도(Reliability), 가용도(Availability), 정비도(Maintainability)의 총칭으로 부품별 예측 및 분석활동을 통하여 설계 지원 및 평가, 설계 및 대안도출, 군수지원 분석(LSA) 등을 지원하는 업무이다.<sup>5)</sup> RAM 목표수준과 운용개념과 군수지원 개념에 대한 제한사항이 구체적으로 설정되면 신뢰도 설계(reliability design)와 정비도 설계(maintenance design)를 하게 된다. 신뢰도 설계를 위해서는 신뢰도 모델링(reliability modeling), 신뢰도 할당(reliability allocation), 신뢰도 예측(reliability prediction) 및 고장유형 효과분석(FMEA: failure mode effective analysis) 등이 이용된다. 그리고 무기체계 신뢰도 업무는 <그림 5>과 같은 절차에 의하여 이루어진다. 특히 신뢰도 모델링에서는 성공적인 장비 운용을 위해 필요한 부품상호간의 관계를 보여주는 부품수준의 신뢰도 블록선도(reliability block diagram)를 설계하고 무기체계 신뢰도 계산을 위해 필요한 신뢰도 모델을 설정한다. 이러한 신뢰도 모델은 신뢰도 할당(reliability allocation) 및 예측(reliability prediction)을 위해 사용된다.

또한 신뢰도 할당은 무기체계의 양적인 RAM 요구조건이 결정되었을 때 부속장비 또는 구성품에 대한 신뢰도 목표를 개발하는 것이다. 즉 무기체계의 신뢰도 요구조건을 부품수준의 신뢰도요구조건으로 바꾸는 것이다. 그래서 신뢰도 모델설계와 할당을 통하여 완성체계/

5) “종합군수지원 실무지침서”, 참고교재, 육본, 2007.3., p 4장-42.



부속장치/부속품치의 신뢰도를 계산하여 예측하고 제안된 설계(신뢰도 예측값)가 신뢰도 목표(신뢰도 요구조건)을 성취할 수 있는지를 결정하게 된다. 이러한 RAM 업무는 무기체계 획득주기와 밀접하게 관련이 있는데, 현재 국방 분야의 무기체계획득단계별 RAM 업무분석은 IV장에서 다루고자 한다.



<그림 5> 무기체계 신뢰도 업무<sup>6)</sup>

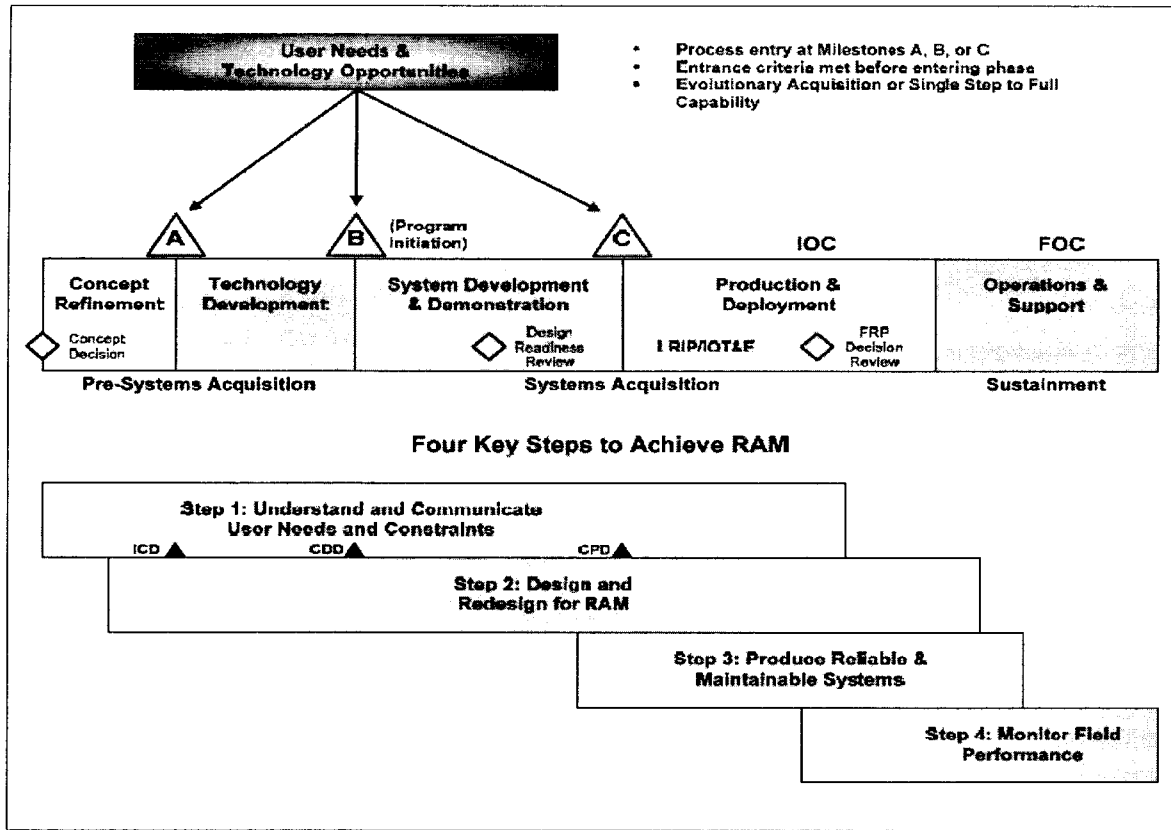
### 3. 미국 무기체계 획득단계별 RAM 업무

#### 3.1 개요

미국의 국방획득 프로세스에서 적용하는 Department of Defense(DoD)시리즈의 주요 목적은 비용 대 효과 측면을 고려하여 소요군의 요구를 만족시킬 수 있는 고품질(높은 신뢰도)의 무기체계를 획득하는 것이다. 만족스러운 RAM수준을 갖는 무기체계를 개발·진척화시키기 위해서는 시스템 엔지니어링과정의 필수요소로써 체계적으로 고장 및 고장모드를 확인, 분류, 분석, 제거 그리고 완화를 통해서 관리하는 것이 필요하다. 이러한 활동들은 획득 이전단계에서 시작하여 개발, 양산 그리고 운용 및 지원단계까지 지속된다.

이런 측면에서 "DoD Guide for Achieving Reliability, Availability, and Maintainability"에서는 DoD시리즈가 그 고유의 목적을 달성할 수 있도록 지원하고 있다. "DoD Guide for Achieving RAM"에 따르면 <그림 6>과 같이 국방획득 프로세스과정에서 4개의 주요단계를 통해 무기체계가 신뢰할 수 있는 RAM 수준을 달성할 수 있음을 나타내고 있다.

6) 국방대학교, "무기체계 RAM이론과 응용", 1995, p 384



<그림 6> 획득관리 프로세스와 RAM업무 4단계<sup>7)</sup>

### 3.2 RAM업무 4단계

#### 3.2.1 1단계: 소요군의 요구사항과 제한사항 이해

획득 프로그램에서 최우선적으로 고려되는 사항은 소요군이 무엇을 요구하고 기대하는지 (소요군에는 획득되는 능력을 운용, 정비 및 지원인원 등을 포함한다.)를 완벽하게 이해하는 단계로써 1단계에서 수행하는 내용은 다음과 같다.

- 소요군과 획득기관은 요구되는 무기체계를 개발하기 위하여 요구되는 능력을 정의한다.
- 전체적인 능력 안에서 임무가 수행되는 운용환경, 운용조건, 전시 및 평시 등을 고려하여 RAM 요구사항을 정의한다.
- RAM의 요구되는 수준은 현재 임무수행에 사용되고 있는 체계/능력의 RAM 성능과 비교하여 결정한다.
- 무기체계 성능의 모든 면에 역점을 두어 RFP(Request for Proposal)를 개발한다. 이때 RFP는 계약자에게 요구되는 모든 제한사항, 가정, 그리고 정의들이 본문속의 RAM

7) DoD Guide for achieving Reliability, Availability, and Maintainability, 2005. 8, p.7

환경속에 있는지를 확인하고, 만족스러운 RAM수준을 달성하기 위한 최상의 접근법을 결정하고, 운용상의 RAM 요구사항들을 나타낸다.

- 운용상의 RAM 용어들은 무기체계 개발 계약자가 방침을 잘 따를 수 있도록 적절한 RFP와 계약용어로 표현한다. 이때 소요군의 요구를 만족시킬 수 있는 RAM 수준을 달성하기 위하여 사업관리자는 계약서에 요구사항과 인센티브를 포함시키고, 프로그램 검토를 수행한다.

1단계를 진행하면서 사업관리자는 다음의 세 가지 RAM관리 과정을 수행을 한다.

첫째, 소요군의 요구사항과 제한사항을 이해하고 문서화시키고, 둘째, RAM 관리 과정들 속에 RAM 프로그램 계획(RAMPP: RAM Program Plan), 자료수집·분석 및 개선활동 체계(DCACAS: (Data Collection, Analysis, and Corrective Actions System)<sup>8)</sup> 및 RAM 사례(Case)를 포함하고, 끝으로 RAM 시험평가와 관련된 시험평가기본계획서(TEMP)를 작성한다.

이들 RAM 업무는 시스템의 전 과정을 통하여 계속 수행되며, 소요군, 시스템 및 설계 엔지니어, 제조엔지니어 등 각 분야의 전문가들이 협력한다.

### 3.2.2 2단계: RAM 설계 및 재설계

RAM 설계 및 재설계 단계의 주요 목적은 다음과 같다.

- RAM에 대한 설계 및 제조에 대한 광범위한(관련인원, 보고 책임 그리고 RAM 관리자 등을 포함) 프로그램을 개발한다.
- 컴포넌트, 부체계, 제조과정 그리고 성능 요구사항들로 구성된 개념적인 체계 모델을 개발하여, 성과와 RAM metrics를 평가하기 위한 개발과정에서 모델을 사용한다.
- 모든 중요한 고장모드와 품질저하요인을 확인하고, 설계에서 그것들을 반영한다.  
RAM 업무 2단계인 RAM 설계 및 재설계의 목적을 충족시키기 위해서는 다음의 활동들을 수행한다.
- 신뢰도와 정비도를 위한 공식적인 설계검토를 수행한다. 이 때 공정한 전문가가 설계 검토를 수행하도록 한다.
- closed-loop 설계 과정을 이용한다.
- RAM 예측을 신뢰하기보다는 시스템 엔지니어링 설계분석에 강점을 둔다.
- 가장 최신의 도구(컴퓨터, 입/출력 장치 그리고 통신장치 등)들을 사용함으로써 예측되는 결과를 완전히 이해한다.
- 정비도(특히 원인분석)에 집중하고, 원인분석 능력을 발전시킬 수 있도록 충분한 연구력을 제공한다.
- 설계 시험과 신뢰도 시험을 링크시키고, 고장모드의 완화 프로세스를 관리한다.
- 비용, 계획 또는 다른 요구사항들과 RAM을 협상하기 전에 위험과 운용상의 나쁜 영향을

8) DCACAS(Data Collection, Analysis, and Corrective Actions System): 자료수집·분석 및 개선활동 체계

평가한다. 체계개발 이전단계(선행연구단계 및 탐색개발단계)에서 RAM 고려사항들을 역점을 두어 다룬다.

- 문제점이 생겼을 경우에는 즉시 정확한 조치를 한다.
- 계약서를 작성할 때 철저한 관리감독을 한다.
- 정확한 방법으로 정확한 시간에 정확한 활동을 수행한다.

### 3.2.3 3단계: 신뢰성 있고 정비성 있는 체계 양산

획득과정에서 양산/배치단계의 목적은 해당무기체계의 수행을 위한 임무 요구조건을 만족시키는 운용능력을 획득하는 것이다. 소요군은 사용할 체계의 신뢰도를 일정 수준이상으로 품질을 유지하는 것이 중요하다. 양산단계는 초도양산(LRIP)과 후속양산(FRP) 및 배치 두 부분으로 나누어지고, 3단계 이전에 이미 소요군의 운용능력은 update 된다. 초도생산량은 보통 전체 생산량의 10%를 넘기지 않으며, 초도양산과정에는 제조개발과정을 완성하고, 초기 운용시험평가(IOT&E)용 제품을 생산한다. 초기 운용시험평가(IOT&E)는 RAM을 포함한 소요군의 요구사항을 체계에서 어떻게 잘 충족시켰는지에 대한 정보를 제공한다. 후속양산(FRP) 및 배치에서는 소요군에게 체계, 물자와 서비스를 제공한다. 최종적으로 소요군에서 초기운용능력(IOC)을 확인한다.

3단계에서의 중요 RAM활동으로써 프로세스 제어, 품질보증 그리고 환경 스트레스 스크린이 있다. 생산계약부터 운용 장비의 배치단계에의 자료 수집은 생산된 무기체계가 운용환경에서 얼마나 잘 운용되는지에 대한 정보를 제공한다. 양산 및 배치단계에서의 추가적인 RAM 활동들은 고장 예방, 기관 재검사, 제품신뢰도 자격/수락 시험, 로트 수락시험 등이 있다. RAM 활동들은 신뢰도 성장 시험, 정비/정비도 설명 및 평가를 포함하는 기술 개발 단계 기간동안 시작하고, 자료수집·분석 및 개선활동 체계(DCACAS)를 계속 진행한다. 3단계에서의 RAM활동들은 DCACAS 과정과 하도급계약자 관리뿐 아니라 야전에 배치하기 전에 잘 알려진 고장을 제거하기 위한 스트레스 검사를 포함한다.

### 3.2.4 4단계: 야전 성능 모니터

야전 성능을 모니터하는 주요 목적은 무기체계의 수명주기동안 신뢰할만한 RAM 수준을 유지하기 위한 것이다. 왜냐하면 운용 및 유지비용은 일반적으로 전체비용(TOC)이 반 이상 초과되기 때문이다. 신뢰도와 정비도는 수명주기를 통하여 지원요소와 지원비용을 좌우한다. 일반적으로 지원요소는 모든 레벨의 정비, 인력 그리고 무기체계를 운용/유지하기위한 부서, 공급지원, 지원장비/도구, 기술자료, 훈련 및 훈련지원, 컴퓨터 자원 지원, 시설, 포장, 취급, 저장 및 수송 등을 포함한다. 초기 단계에서부터 계속 이어지는 RAM 검토회의와 DCACAS과 같은 정확한 자료 수집과 분석 프로그램은 RAM의 문제점에 대하여 판정을 하고 우선순위를 결정함으로써 해결책을 찾는 데 도움을 주고 있다.

## 4. 무기체계 획득단계별 RAM 업무 실태 분석

### 4.1 소요요청 단계

지금까지 우리 군은 전력시기 충족만을 고려한 나머지 그 핵심이 되는 소요요청단계에서 무기체계의 운용개념과 운용환경들을 고려한 신뢰성 있는 RAM 목표값을 설정하는데 과학적 소요분석수단 등과 같은 정량적인 분석보다는 서류 또는 업체제공 자료에 의존하는 정성적인 분석에 많은 의존을 하는 경향이 있었다. 현재 군에서 소요요청 단계에서 RAM 목표값을 산정하기 위한 고려요소는 다음과 같다.

첫째, RAM의 목표값을 결정하는 경우 무기체계의 수리 가능 여부에 따라 목표값을 정량적으로 결정한다. 이 때 수리가 불가능한 체계 또는 수리가능한 체계를 구분하여 신뢰도 요소 및 정비도 요소 등을 선정해야하는데 이를 위한 자료 또는 전문 인력 등의 부족으로 정량적인 RAM 목표값을 결정하는데 어려움이 발생하고 있다.

둘째, RAM 요소의 목표값을 선정하는 데에는 다음 사항을 고려하여 설정한다. 고려사항은 개발대상 무기체계의 운용유형 및 임무형태, 정비 단계별 가용한 정비 인력, 행정 및 군수지원 판단, 부대 임무 수행에 필요한 무기체계 가용대수 및 임무 성공 확률들이다. 이와 같은 요소들을 고려하여 RAM 목표값을 설정하지만 신뢰성 있는 RAM의 목표값을 결정하기에는 다소 부족한 면이 없지 않다.

위의 방법들을 통한 RAM 목표값의 결정은 우리 군의 현실 및 빠르게 발전하는 기술변화에 대응하지 못한 소요 체계라 볼 수 있다.

### 4.2 연구개발 단계

연구개발 단계 기간 중에서 신뢰도업무의 주요 목적은 설계전에 유사 무기체계의 운용 자료를 이용하여 신뢰성을 예측하고, 계량화된 특성을 설계에 반영함으로써 궁극적으로 무기체계의 운용가용도를 극대화시키는 것이다. 신뢰도 업무와 관련하여 연구개발 단계를 2단계로 분류해보면 설계 및 시제품제작 단계와 신뢰성 시험평가 단계로 구분해 볼 수 있다.

#### 4.2.1 설계 및 시제품 제작단계

설계 및 시제품 제작단계에서는 체계개발동의서(LOA)에 반영된 신뢰도 요소의 정량적 수준에 대하여 달성 가능성을 확인하고, 무기체계의 설계가 진행됨에 따라 신뢰도 요소의 요구수준의 달성 여부를 정량적으로 판단하기 위하여 <그림 3>과 같은 여러 활동들이 수반된다. 비록 이와 같은 활동들을 통하여 RAM의 신뢰성을 달성하는데 많은 부분에 있어서 기여하고 있지만, 현실적으로 다음과 같은 어려움들이 수반되고 있다.

연구 및 설계반영 면에서 ILS요소 개발에 대한 소요제기 누락으로 인해 RAM 및 군수 지원분석(LSA)업무가 미실시 되는 경우가 발생하여 주장비 설계시 반영이 미흡한 면이 있으며, 신뢰성을 예측하는데 있어서 다른 나라 또는 유사무기체계의 운용경험 자료가 부족하여 신뢰성 예측값과 실측값의 비교 등이 어려워 신뢰성 특성의 예측에 많은 어려움이 발생하기도 한다.

#### 4.2.2 시험평가단계

시험평가 단계는 연구 개발된 무기체계의 신뢰도 수준달성 여부를 확인하는 활동 단계로써, 먼저 환경과 목적에 대한 무기체계 신뢰도 시험계획을 수립하고, 시험 간 수집될 각종 자료와 수집체계를 구축한 다음 무기체계 신뢰도 분야에 대한 시험을 실시해야 한다. 현재 국내에서는 국과연에 의한 개발시험평가와 소요군에 의한 운용시험평가를 통하여 신뢰도 계획을 수립하고 개발된 무기체계의 신뢰도 시험평가를 진행하고 있다.

무기체계 개발시 체계에 대한 신뢰도 시험은 이루어지고 있지만, 구성품에 대한 신뢰도 시험이 생략되는 경우가 많아 양산 배치 후 신뢰도 기준을 미충족하는 구성품들이 발생하여 정부 예산이 낭비되는 현상이 발생하는 경우도 있다. 또한 한국의 환경에 맞는 시험평가 기준이 세부적으로 규정화되어 있지 않아 미국의 군사장비 시험평가 기준서 등을 그대로 활용하는 경향이 있다.

시험평가는 소요요청 단계에서부터 양산/배치 후 운영유지단계까지 전 획득주기에 걸쳐 일관성있게 추진되어야 하는데, 아직 우리 국방 분야에는 신뢰도 관련 전문기관이 없어 무기체계의 ROC를 충족시킬 수 있는 신뢰도 목표값을 만족시키기에 부족한 면이 없지 않다.

#### 4.3 양산/배치 단계

무기체계에 대한 연구개발이 완료된 후에는 연구개발 단계에서 양산단계로 이관되는 무기체의 신뢰도를 확보하기 위하여 최초 생산품에 대한 신뢰도 수락시험을 실시하고, 전력화 평가시 제기되었던 RAM 요소를 확인하고, 신뢰도 목표값을 충족시키는 무기체계를 야전에 배치한다. 양산단계의 무기체계의 신뢰도 평가기준 설정 및 평가에 있어서 주장비의 요구 신뢰도는 장비 전체적으로는 명확히 표현되어 있으나, 구성품인 부품에 대한 신뢰도 요구조건에 대해서는 구체적으로 표기되어 있지 않은 부분도 있어 평가기준 설정에 애로사항이 발생할 수 있다. 그리고 소요군에 의하여 최초 설계된 무기체계의 품질은 시간이 경과함에 따른 신뢰도 저하 또는 새로운 무기체계의 등장으로 소요군의 불만을 야기시킬 수 있다.

무기체계의 효율적인 신뢰도 분석을 위해서는 야전에서 수집되는 자료가 매우 중요하다. 우리 군에서는 지난 수년간 야전에 배치된 무기체계 신뢰도 요소의 효율적인 개발 및 관리와 무기체계의 신뢰도 향상을 위하여 많은 관심을 가지고 자료수집체계 구축을 위해 노력해 왔으나 각 군별로 군수 정보체계를 개별적으로 관리하고 있고, 부품이나 구성품에 대한 고장률 정보 구축이 미약하여 신뢰도 예측시 외국정보에 많은 의존을 하고 있는 실정이다.

또한 군수 정보체계의 입력/처리 내용이 수량위주의 보급관리에 중점을 두고 있어 자료의 상호 연계성이 미흡하고 정보공유의 부족으로 실효성 있는 자료가 소요군 및 개발자에게 적절히 제공되지 못하여 효율적인 군수지원 분석을 수행하기에는 어려운 점이 많은 실정이다.

## 5. 무기체계 신뢰도 발전방안

### 5.1 무기체계 획득단계별 신뢰도 발전방안

#### 5.1.1 소요요청단계

무기체계를 획득하는데 있어 우리 군에 적합하고 최상의 효과를 가지는 소요요청을 하기 위해서는 정성적인 분석보다 구체적인 과학적인 소요분석 및 수단 등을 이용하여 신뢰성 있는 RAM 목표값을 정량적으로 결정하여 소요요청을 해야 한다. 앞서 언급한 문제점들을 극복하기 위해서는 다음과 같은 과정이 동반되어 소요가 창출되어야 한다.

첫째, 과학적인 분석을 통한 최적의 정량적인 목표값을 설정한다. 신뢰성 있는 RAM 목표값을 창출하기 위해서는 RAM 목표와 제약조건을 구체적으로 설정, RAM 요소시간분석, 임무 및 체계기능 시간분석, 정비 인력 분석, RAM 목표값 설정을 위한 모델 적용, RAM 목표값 계산 및 조정, RAM 목표 설정에 따른 타당성 있는 분석 등을 고려하여 설정해야 한다.

둘째, 무기체계 운용개념/환경을 고려한 RAM 관련 체계 임무분석을 실시해야 한다. 임무 분석을 실시할 때에는 체계 운용개념, 체계 운용환경, 체계 정비개념, 체계 기능 및 구조분석 및 고장정의 및 판단기준을 설정한다.

#### 5.1.2 연구개발 단계

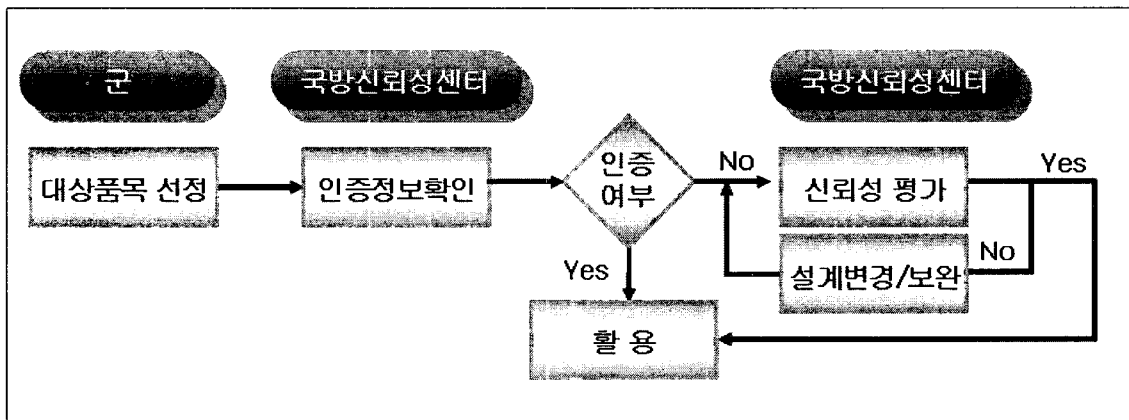
설계 및 시제품 제작단계에서는 체계 개발동의서(LOA)에 반영된 신뢰성 요소의 정량적 수준에 대하여 달성 가능성을 확인하고, OMS/MP를 근거로 군의 ROC를 만족할 수 있는 RAM 목표값을 설정하고, 체계 설계와 동시에 RAM분석 가능한 S/W(예를 들면 Relex 등)를 활용하여, RAM(신뢰도, 정비도, 가용도)를 산정해야 한다. <그림 3>의 연구개발단계 신뢰도 업무절차와 같은 과정을 거쳐 생성되는 RAM 분석자료는 무기체계 주장비 설계 프로세스로 환류되어 무기체계 신뢰도 성장관리에 기초한 설계개선 업무가 수행되어야 하고, 군수지원 분석(LSA: Logistics Support Analysis)의 입력자료가 되어, 종합군수지원(IILS: Integrated Logistics Support)요소 정량화의 근거로 활용되어야 한다. 또한 RAM 할당치가 적용된 시제품제작이 가능한 체계를 정립하고, 설계 및 제작관련 RAM자료 공유체계를 구축하여 여러 곳에 분산되어 있는 DB를 활용하여 RAM관련 자료를 공유해야 한다.

시험평가 단계는 연구개발된 무기체계의 신뢰도 수준달성 여부를 확인하는 활동 단계로써, 먼저 환경과 목적에 대한 무기체계 신뢰도 시험계획을 수립하고, 시험 간 수집될 각종 자료와 수집체계를 구축한 다음, 체계 신뢰도 분야에 대한 시험을 실시해야 한다. 이를 위해서는 다음과 같은 방안을 수립해야 한다.

첫째, ROC에 반영된 신뢰도 목표값의 충족 여부를 확인하기 부품수준에서 체계수준까지 체계적인 다음과 같은 시험평가 방안을 수립하여 실시한다.

- 신뢰도, 정비도 평가를 위한 결함분류 방법 및 고장의 수정
- 개발된 체계의 개발시험평가지 RAM 분석 및 평가(신뢰도, 정비도, 내구도 시험)
- 개발된 체계의 운용성 확인, 운용시험평가지 RAM 평가
- RAM 분석 및 평가 (신뢰도/정비도/가용도 분석 및 평가)

둘째, 무기체계의 부품·소재에 대한 신뢰도를 향상시켜 일정수준이상의 신뢰도를 가진 부품에 인증제도를 도입하여 설계 및 시제품 제작단계에서 인증 받은 부품 및 소재를 사용하여 무기체계의 신뢰도를 향상시킨다. 이를 위해서는 국방부에 무기체계 부품에 대한 신뢰도를 인증해 줄 신뢰성평가 전문기관(기구) 가칭 “국방신뢰성 센터” 설치 및 운영이 필요하다.



<그림 7> 무기체계 품질인증 절차

### 5.1.3 양산 및 운영유지 단계

양산 및 배치단계에서 군 ROC를 충족하는 무기체계의 신뢰도를 확보하기 위해서는 양산 품에 대한 신뢰도 수락시험을 실시할 경우에 부품수준에서부터 체계수준까지 체계적인 신뢰도 평가기준을 설정하여 실시하고, 무기체계의 부품·소재에 대한 신뢰도를 향상시켜 일정 수준이상의 신뢰도를 가진 부품 또는 제조업체에 대한 인증을 부여하는 QPL(Quality Product List)·QML(Quality Manufacturer List)과 같은 품질 인증제도를 도입시켜 양산단계에서의 무기체계에 대한 신뢰도 관리를 보다 효율적으로 향상시켜야 한다.

운영유지 단계에서의 신뢰도를 발전시키기 위해서는 무기체계의 야전 운영유지시 RAM 관련 자료 양식을 보완하여 RAM 분석에 적합한 자료 산출이 가능하도록 하고, 운영자료로 활용할 수 있도록 전력화 평가지 RAM 요소 확인이 필요하며, 야전 운영자료 분석을 통하여



군수지원 및 성능개량을 위한 정보를 산출한 후 DB에 입력하는 등의 환류(Feed back)체계를 정착시켜야 한다. 이를 위해서는 현재 각군에 진행되고 있는 분산된 정보체계의 통합 구축의 시기를 앞당겨야 한다. 운용 신뢰도 향상을 위해서 무기체계 운용신뢰도와 밀접한 관련이 있는 운용/정비요원들이 첨단화, 정밀화, 다기능화되어 가는 첨단무기체계를 효율적으로 활용할 수 있도록 교육을 체계화시켜야 한다. 또한 새로운 무기체계 개발시 수집된 신뢰도 관련 자료를 활용할 수 있는 정보체계(IPT, 시험평가팀, 설계/시제품 제작팀 등)구축이 필요하다.

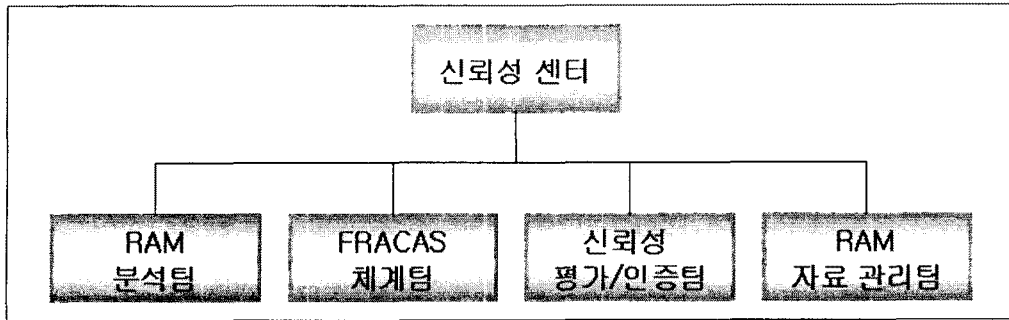
## 5.2 국방 신뢰성 센터

2000년 5월 이 후 민수분야에는 국가정책으로 지식경제부 주관 하에 신뢰성 향상 기반구축 사업을 시작하여 2010년까지 500여개의 핵심 부품과 소재에 대한 신뢰성 인증을 추진하고 있으며, “부품·소재 전문기업 등의 육성에 관한 특별조치법”에 의거 신뢰성 향상 기반구축 사업과 신뢰성 인증을 위한 평가사업으로 구분하여 분야별로 8개 분야의 업종별 신뢰성 평가기관과 18개의 신뢰성 평가 기관에 정부예산을 투입하여 설치·운영하고 있다. 그러나 국가안보를 책임지고 있는 국방분야에서는 일부 무기체계의 신뢰성 향상을 담당하는 기관이 있지만, 민수분야와 같이 전문적인 신뢰성센터나 신뢰성 실시기관의 부재가 아쉬운 현실이다. 이러한 시대의 흐름에 발맞추어 국방부내에도 운영유지단계에서의 비용절감 및 최적의 전투 준비태세 유지를 위해 무기체계 전 수명주기에서 신뢰성을 고려한 획득 요구를 강화하기 위하여 RAM, FMECA, 고장자료 분석 및 개선활동체계(FRACAS: Failure Reporting, Analysis & Corrective Action System) 등의 높은 수준의 신뢰성 업무를 수행할 수 있는 군수분야 신뢰성 업무 전담기관(기구)의 설치 및 운영이 요구되고 있다. 따라서 이러한 전담기관(기구)를 가칭 “국방 신뢰성 센터”라 하여 방위청 산하기관으로써 무기체계 전 획득단계에서 신뢰성 업무를 수행하고 있는 국방기술품질원에 설립하는 방안을 제시하고자 한다.

### 5.2.1 목표

무기체계 전 획득단계에서의 무기체계, 장비 및 물자류 등의 신뢰성을 확인하고 평가하며, 인증할 수 있는 국방 분야의 전문 신뢰성 센터를 구축하는 것을 그 목표로 한다. 이와 같은 목표를 수행하기 위해서는 다음과 같은 업무들이 수반되어야 한다.

첫째, 전 획득 단계에서의 전문적인 신뢰도 분석체계를 구축하고, 둘째, 효과적인 신뢰성 업무 추진을 위한 신뢰성 정책/제도를 구축하고, 셋째, 신뢰도 검증/인증을 위한 국방신뢰도 시험평가 체계를 구축하고, 마지막으로 무기체계의 신뢰도 향상을 위한 전문적인 고장자료 분석 및 개선활동체계(FRACAS: Failure Reporting, Analysis & Corrective Action System)를 구축해야 전 획득 단계에서의 우리 군이 사용하는 무기체계의 신뢰도를 향상시킬 수 있는 국방신뢰성 센터의 기본 틀이 갖추어진다. 국방 신뢰성 센터의 기본 조직도는 <그림 8>과 같이 RAM분석팀, FRACAS체계팀, 신뢰성평가/인증팀 그리고 RAM자료 관리팀으로 구성하였다.



<그림 8> 국방 신뢰성 센터 조직

### 5.2.2 임무 및 기능

전 획득 단계에서의 무기체계의 신뢰도를 향상시킬 수 있는 국방 신뢰성 센터의 주요 임무 및 기능을 크게 5가지로 분류해 볼 수 있다.

첫째, 무기체계 획득사업에서 신뢰성 정책 및 제도발전 분야로써, 신뢰성 학회 및 각 연구 센터의 협력체계를 구축하고, 무기체계에 사용되는 주요 부품 및 구성품의 신뢰성 규격화 업무 지원 등을 수행해야 한다.

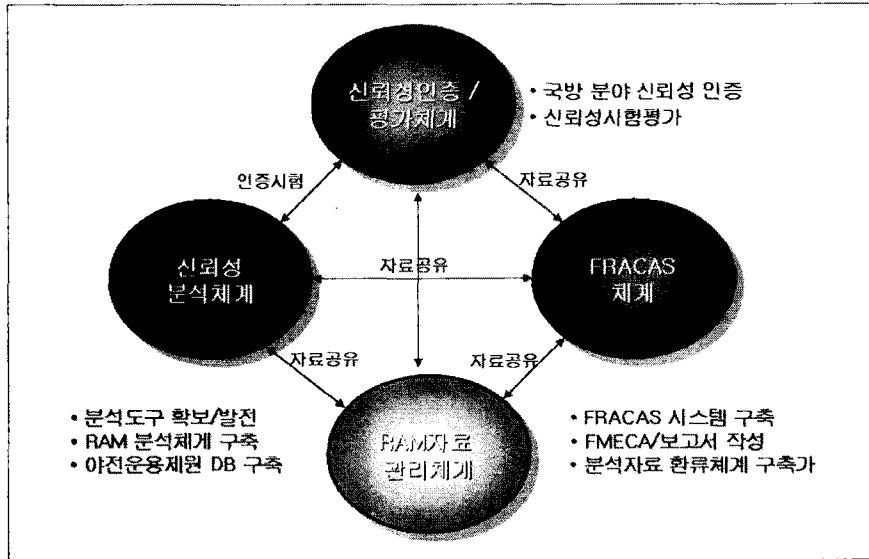
둘째, RAM 분석 지원 분야로써, 소요요청단계에서부터 소요제기 문서를 검토지원 (OMS/MP)하고, 개발하려는 무기체계에 적합한 RAM 할당값, 예측값 등을 분석하고, 신뢰성 분석기법 연구 등의 업무를 수행해야 한다.

셋째, 무기체계의 양산 배치 후 운용체계에 대한 운용제원 수집, 처리, 분석, 관리/유지 분야로써, 야전에서 사용하는 무기체계의 운용제원 수집(SDC)과제 관리, 고장자료 분석(FMEA, FRACAS), 분석된 결과를 신뢰성(고장률) D/B에 저장 유지 관리 및 관리/관련기관에 환류(Feedback)시키는 체계를 정착시켜야 한다.

넷째, 국방신뢰도 인증체계 구축 및 관리 분야로써, 국방관련기관(군/ADD/기품원/업체)에서 무기체계에 적용시킬 어떤 대상품목을 선정할 경우, 그 품목에 대한 인증정보를 확인하여 인증여부를 확인한 후, 인증이 있을 경우에는 바로 활용을 하고, 인증이 없을 경우에는 신뢰도 평가를 하여 미흡한 부분은 설계 변경/보완 과정을 거쳐 신뢰할 수준이 되면 인증을 발부하여 활용할 수 있는 인증체계를 구축해야 한다.

다섯째, 신뢰도 시험평가 체계 구축/수행 분야로써, 개발자에 의해 제작된 시제품의 시험평가(DT/OT) 기간 중 제작된 품목의 신뢰도를 평가/지원 및 국방 분야에 적합한 신뢰도 시험평가 체계 구축 및 시험평가를 수행할 수 있도록 발전시켜야 한다.

위의 임무/기능들을 활용한 전 획득단계에 효율적인 무기체계의 신뢰도를 충족시키기 위해서는 <그림 9>처럼 신뢰성 인증/평가체계, 신뢰성 분석 체계 그리고 FRACAS체계가 유기적인 관계를 구축해야 한다.



<그림 9> 국방 신뢰성 센터 주요 임무

### 5.2.3 RAM 분석 인프라 구축

RAM분석은 소요군의 임무요구도 분석부터 운영유지 및 폐기 시까지 무기체계의 전 수명 주기를 고려한 체계적인 신뢰도 예측/분석 및 신뢰도 시험평가 업무지원체계 구축 등을 주로 수행한다. 그러나 국방 분야의 RAM분석의 현 실태를 살펴보면 전 수명주기를 고려한 체계적이고 종합적인 신뢰도 업무절차 및 분석 기법이 다소 미흡하고, 사업관리/검토지원 담당자의 전문성 향상이 필요한 실정이다. 이러한 부분을 개선시키기 위해서는 RAM분석 기관을 중심으로 산학연 및 사업관리/개발관리를 담당하는 방위사업청과의 굳건한 협력체계를 구축해야 한다. 이러한 인프라가 구축된다면 서로간의 정보 교류 및 업무협조 등으로 향후 신뢰성 업무지원에 필요한 분석 Tool 확보 및 자체 분석 모델을 개발할 수 있고, 획득단계 전 수명주기 동안 무기체계 신뢰성을 향상시키는데 많은 기여를 할 것이다.

### 5.2.4 고장자료 분석 및 관리체계[FRACAS] 인프라 구축

새로운 무기체계를 연구개발 또는 성능개량을 할 경우에 기존 무기체계에 대한 각종 운영 유지관련 자료는 무기체계의 초기 설계 당시와 장차 개발될 무기체계의 신뢰도 분석/평가에 중요한 역할을 한다. 그러나 현재 국방 분야에서는 각 기관별 개발/운용 정보의 공유가 부족하고, 운영단계 분석자료 수집에 제한이 있으며, 운용제원 환류체계의 개선이 요구되고 있다. 이러한 사항들을 개선 발전시키기 위해서는 고장자료 분석 및 관리체계(FRACAS) 인프라 구축이 시급한 실정이다.

### 5.2.5 국방신뢰성 인증/평가체계 인프라 구축

현재 민수 분야에서는 부품·소재 신뢰성 평가기반이 구축되어 있고, 일정수준 이상의 신뢰도를 가진 핵심품목에 대해서는 신뢰성 인증(R-mark)을 부여하는 부품·소재 신뢰성 인증 제도를 운영하고 있다. 또한 미국에서도 QPL(Qualified Product List), QML(Qualified Manufacture List)과 같은 품질 인증제도를 도입하여 정부조달 시 활용하고 있지만, 국방 분야에서는 아직 민수 분야와 같은 인증체계가 구축되어 있지 않고, 단지 국방기술품질원에서는 1999년부터 국방품질시스템 인증 제도를 도입하여 적절한 업체에 대하여 품질경영시스템에 대한 인증을 부여하고 있을 뿐이다. 따라서 국방 분야에도 신뢰도 인증 제도를 도입하여 국방신뢰성 인증/평가체계 인프라를 구축한다면 군의 신뢰도를 충족시킬 수 있는 우수한 무기체계를 개발 및 조달할 수 있을 것이다. 이러한 인프라를 구축할 때에는 다음과 같은 제도 및 인프라가 동반 구축되어야 한다.

## 6. 결 론

무기체계의 품질은 소요제기에서부터 운영유지 및 폐기에 이르는 전 수명주기동안 유지 및 환류(Feedback)되는 신뢰성 활동으로써, 무기체계의 성능은 신뢰성과 매우 밀접한 관계가 있음에도 불구하고 아직까지 그 중요성만큼 그에 따른 신뢰성 업무수행체계를 마련하지 못하였다. 따라서 본 연구에서는 국내의 무기체계 신뢰성 개발여건을 감안하여 전 획득단계 별로 무기체계 신뢰성업무의 문제점을 파악하고 그에 따라 신뢰성 향상방안을 제시하였다.

무기체계의 신뢰성 업무는 국방부(소요군), 방위사업청, 국방과학연구소, 국방기술품질원 및 방산업체 등 어느 한 기관에서 독자적으로 수행하는 것이 아니라, 각각의 기관이 국방분야 외에도 민수 분야를 포함한 상호 유기적으로 결합하여 종합적으로 수행해야 한다. 이를 위해서는 신뢰성 있는 무기체계의 획득을 위한 국방 신뢰성 전문 기관을 필요로 하기 때문에, 본 연구에서는 그에 대한 향상 방안으로 전 수명주기 동안 신뢰성 업무를 수행 또는 지원하는 국방기술품질원내에 가칭 "국방신뢰성 센터"를 설립함으로써 획득관련 기관 사이의 원활한 업무 협력 체계가 구축되어, 무기체계 신뢰도의 눈부신 향상을 기대할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- [1] 국방부, 국방전력발전업무규정, 2008.3.17
- [2] 국방대학교, 무기체계 RAM 이론과 응용, 1995
- [3] 방위사업청, 방위사업관리규정, 2007.10
- [4] 방위사업청, 시험평가 업무 관리 지침서, 2006.5
- [5] 산업자원부, 부품·소재 전문기업 등의 육성에 관한 특별 조치법, 2001.2
- [6] 육군본부, 종합군수지원 실무지침서, 2007.3

- [7] 안현호, 부품 · 소재 신뢰성 향상 정책, 국방품질 19호, 2002
- [8] 최석철, 무기체계 신뢰성 개론, 국방대학교, 2001
- [9] 박경수, 신뢰성 개론, 영지문화사, 1998
- [10] DoD Guide For Achieving Reliability, Availability, And Maintainability, 2005.8
- [11] MIL-STD-1629A, Procedures for Performing A Failure Mode and Criticality Analysis, 1980.11
- [12] MIL-STD-781D, Reliability Testing for Engineering Development Qualification, and Production, 1986.10